

.....
研究論文
.....

高含水泥土の再資源化を目指した軽量繊維質固化処理土の
生成に関する研究

高橋 弘, 森 雅人, 熊倉 宏治
大谷 雅之, 石井 知征

素材物性学雑誌 第16巻 第1号 別刷

2003年6月

Journal of the Society of Materials

Engineering for Resources of Japan Vol.16 No. 1

June 2003

高含水泥土の再資源化を目指した軽量繊維質固化処理土の生成に関する研究

高橋 弘,* 森 雅人,** 熊倉 宏治,***
大谷 雅之,**** 石井 知 征*****

Study on the Recycling System of Lightweight Fiber-Stabilized Landfill Materials
from High-Water Content Construction Sludge

Hiroshi TAKAHASHI†, Masato MORI††, Kouji KUMAKURA†††
Masayuki OHTANI†††† and Tomoyuki ISHII†††††

Construction sludge is the typical high water-content mud and is produced more than 10 million ton per year from the construction sites in Japan. However, the recycling rate of the construction sludge is extremely low. Therefore, we have already developed a new recycling system of high water-content mud by using the paper debris and polymer in order to increase the recycling rate of the construction sludge. By using this system, 200-500% water content mud has been modified to the landfill materials by 20 minutes mixing process. The modified mud has several features and one of the features of the modified mud is lightweight. The fields where lightweight landfill materials are effectively applied will be as follows:

- 1) The large scale reclaimed works:
- 2) A tree-planting on the rooftop to prevent heat island:
- 3) Measures works for landslides:

In this paper, a concept of producing the lightweight landfill materials from the construction sludge is described. In order to use the modified mud as the lightweight landfill materials, it is very important to know the density of the modified mud. Furthermore, the estimation of water content is also important to use the modified mud as vegetation soils. Therefore, theoretical considerations were carried out and the models to estimate the density and water content of modified mud by using above recycling system were developed. In order to examine the accuracy of the model, the specimen were made by using the imitation mud and actual construction sludge, and the density and water content of the modified mud were measured. It was confirmed that these models are almost reasonable by comparing the estimated values and actual ones of the modified mud. By using these models, the production of lightweight landfill materials which satisfy the necessary strength and density for the construction work will be possible by adjusting the water content of initial construction sludge.

Key Words : Recycling System, High-water content, Construction sludge, Lightweight fiber-cement stabilized mud, Paper debris

平成15年4月15日受付

* 東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻
〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 04

** 森環境技術研究所
〒996-0071 新庄市小田島町7-36

*** 八千代エンジニアリング(株)東京事業部
〒153-8639 東京都目黒区中目黒1-10-23

**** (株)東京ソイルリサーチ
〒152-0021 東京都目黒区東が丘2-11-16

***** 山形県最上総合支庁
〒996-0002 新庄市金沢字大道上2034

† Dept. of Environmental studies, Graduate School of Environmental studies, Tohoku University 04 Aoba, Aramaki, Aoba-ku, Sendai 980-8579

†† MORI Institute for Environment Technology Co., Ltd
7-36 Odashimacho, Shinjo 996-0071

††† Yachiyo Engineering Co.Ltd.
1-10-23 Nakameguro, Meguro-ku, Tokyo 153-8639

†††† Tokyo Soil Research Co.Ltd.
2-11-16 Higashigaoka, Meguro-ku, Tokyo 152-0021

††††† Mogami Area General Branch Administration, Yamagata Prefecture 2034 Oumichiu, Kanazawa, Shinjo 996-0002

1. はじめに

建設汚泥は、建設工事に伴って発生する掘削汚泥や微細な泥状土などであり、そのままでは盛土などに直接流用できない。従って、年間1,000万トン以上の建設汚泥が排出されているにもかかわらず、建設汚泥のリサイクル率は低く、ごく一部再利用されるものを除き、大部分は産業廃棄物である「汚泥」として中間処理施設で脱水処理を施すか、あるいは直接最終処分場に持ち込まれている。しかしながら、処分場の不足・遠隔化は深刻な問題であり、輸送コストの負担から建設汚泥の不法投棄が後を絶たず、セメント系固化材が既に含まれている自硬性汚泥の場合、汚泥が不法投棄場所で固化してしまうなど大きな問題となっており、建設汚泥の有効利用が望まれているのが現状である。

建設汚泥の処理法としては、乾燥処理、脱水処理、固化処理

などの方法が提案されている¹⁾。しかし、乾燥処理では大きな仮置き場が必要であり、処理に時間がかかる問題がある。また脱水処理では、大型の圧縮プレスが必要であり、建設現場で簡単に汚泥を処理するのは難しい。さらに脱水ケーキを如何に処分するかという問題が残る。固化処理は、セメント系固化材などにより固化処理することによって盛土材料としてリサイクルする方法であり、既に流動化処理土工法などが提案されている²⁾³⁾。この工法は泥水とセメント系固化材を混合し流動化させ、まだ固まらないコンクリートのようにポンプなどで流し込んで、埋め戻しなどの施工を行う方法であるが、この工法により生成される固化処理土は、一軸圧縮試験における破壊ひずみが通常土より小さく、品質改良が十分とは言えず盛土材としての用途に適さない場合が多々ある。つまり、生成される固化処理土はコンクリートや岩石のような強度特性を示すため、周辺地盤や既存盛土と固化処理土による新設の盛土の間に剛性の相違が生じ、互いのなじみが悪く、地震時のように盛土や基礎地盤が大きな変形を受ける時には、剛性の高い部分に局部的な変形集中によるクラックや過大な土圧の発生が懸念されている³⁾⁴⁾。

一方、吸水性の高分子系改良剤（ポリマー）を用いて汚泥を再資源化する工法も提案されているが⁵⁾、この工法が適用できる含水比の範囲は100%程度までであり、それを超える含水比の泥水に対しては、上述した流動化処理土工法のように泥水にセメント系固化材を添加し、水和反応により含水比を100%程度までに低下させる必要がある。しかし、高含水比泥水の場合、含水比を低下させるためには大量のセメント系固化材を添加する必要があり、その結果、上述したような固化処理土と同じ特性を示すことになり、強度上の問題点が発生してしまうことになる。

そこで著者らは、十分な品質特性を有する盛土材料として汚泥の再資源化をはかるために、ヘドロや汚泥に繊維質物質である故紙破砕物と高分子系改良剤を添加し、高含水比泥水を再資源化する工法（以下、繊維質固化処理土工法と記す）の開発を行った⁶⁾。この工法で生成される土砂（以下、繊維質固化処理土と記す）は、土砂の内部に繊維質を含むため破壊ひずみが大きく残留強度が大きいという優れた性質を有する。また従来の固化処理土の変形係数は通常土の2倍にも達するが、繊維質固化処理土の変形係数は通常土の値に近く、従って、繊維質固化処理土を盛土材として利用する場合、周辺地盤となじみ易く、盛土材として最適であることを既に報告した。

ところで、本工法で生成される土砂は泥水に故紙を混合させるため、最終的に生成される繊維質固化処理土は、通常土に比べて軽量であるというメリットを有する。処理土を軽量盛土材（以下、軽量繊維質固化処理土と記す）という見方をすると、以下のような適用箇所が考えられる⁷⁾。

- (1) 大規模埋め立て工事における軽量盛土材
- (2) ヒートアイランド対策のための屋上緑化用土砂
- (3) 地すべり危険地域における地盤改良

大規模埋め立て工事では、既に発泡ビーズ軽量混合土や気泡混合土などの軽量盛土材が使用されている⁷⁾。すなわち、大量の地盤材料の自重による地盤沈下および多大の上圧を軽減させるために、埋立て地の土層部に軽量盛土材を使用し、土圧の軽減を図っている。しかし、軽量盛土材の作成には多大のコストが

かかる問題がある。そこで、従来は廃棄していた建設汚泥を安価に処理し、かつ軽量盛土材として処分するシステムが確立できれば、軽量盛土材を生成するための多大のコストが削減され、かつ建設汚泥リサイクル率の大幅な向上が期待できる。

ところで、上記の工事を実際に行う場合、軽量盛土材が十分機能するために必要とされる性能（強度および密度）が軽量繊維質固化処理土に要求される。従って、泥水を処理し、軽量盛土材を生成する場合、どの程度の強度および密度の土砂が生成されるのかを予め推定する必要があり、場合によっては要求される性能を満足させるために、実際の処理を行う前に泥水の含水比を調整する必要も生じてくる。さらに屋上緑化のための植生土壌として使用する場合には、植物の生育に必要な水分量をどの程度含むか、すなわち生成される軽量繊維質固化処理土の含水比の推定も重要な問題である。強度については、前報⁸⁾でセメント系固化材の添加量と処理土の強度との関係について検討したので、その結果を用いれば、必要とする強度を発現させるための固化材の添加量を推定できる。そこで、本研究では、軽量繊維質固化処理土の含水比および密度を理論的に推定するモデルを提案し、実験値と計算値を比較検討することによりモデルの妥当性を検証することを目的とする。

2. 繊維質固化処理土工法の原理

繊維質固化処理土工法の原理は以下に示すようである。

- ①高含水比泥水は、図-1 (a) に示されるように土粒子が自由水の中で自由に動き回れる状態であるため、若干の降伏応力を持っているが、流体としての挙動を示す。このため高含水比泥水の運搬はパイプラインかバキュームカー等によらなければならない。
- ②この状態の高含水比泥水に吸水性の高い新聞の故紙のような繊維質物質を混入すると、図-1 (b) に示すように土粒子の周りの自由水が繊維質物質に吸水され、見かけの含水比が低下する。繊維質物質の添加量は含水比に応じて変化させる。
- ③さらに高分子系改良剤を添加し、攪拌すると、図-1 (c) に示すように水溶性高分子が溶解し、土粒子の表面に吸着する。土粒子間の架橋・吸着効果により団粒化構造の中に自由水を封じ込め、流動性を失わせ団粒状態となる。

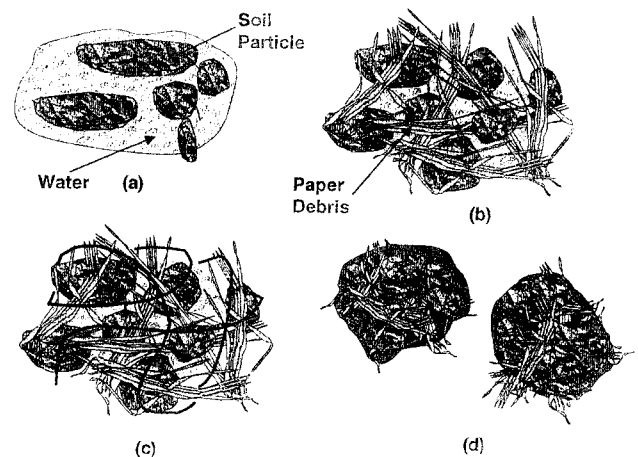


Figure 1 Recycling mechanism of lightweight fiber-stabilized landfill materials

④最後に助剤を混合し、攪拌機により泥土を攪拌してせん断を与えると、土粒子が団粒化して保水性の高い土砂が生成される⁸⁾。

処理土を植生土壌として再利用する場合、セメント系固化材を混入する必要はないが、盛土材として利用するため、ある程度の強度を必要とする場合は、目的とする強度に応じて、さらに必要量のセメント系固化材を添加する。

以上の工程により、高含水比泥土が繊維質固化処理土として再資源化される。

3. 軽量繊維質固化処理土の含水比および密度に関する理論的考察

3.1 含水比に関する理論式

初期建設汚泥を図-2のように仮定すると、汚泥の初期含水比 ω_0 [%] および初期密度 ρ_0 [kg/m³] は次式のように表される。ただし、 V [m³] および m [kg] は、それぞれ体積および質量を示し、添字のA, WおよびSは、それぞれ空気、水および土粒子を表す。また空気の質量 m_a はほぼ0であるとする。

$$\omega_0 = \frac{m_a + m_w}{m_s} \times 100 \quad (1)$$

$$\rho_0 = \frac{m_a + m_w + m_s}{V_v + V_s} = \frac{\left(1 + \frac{\omega_0}{100}\right) \rho_w}{\frac{\rho_w}{\rho_s} + \frac{\omega_0}{Sr}} \quad (2)$$

ただし、 Sr [%] は飽和度を示し、次式で定義される。

$$Sr = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \quad (3)$$

建設汚泥中に空気が含まれず、土粒子と水だけから構成される場合、飽和度は100%となる。

いま、セメント系固化材の添加量を α [kg/m³] とすると、実際の投入量は $\alpha(V_v + V_s)$ [kg] となり、セメント系固化材の体積は、その真密度を ρ_c [kg/m³] とすると次式で表される。

$$V_c = \frac{\alpha(V_v + V_s)}{\rho_c} \quad (4)$$

同様に、故紙の添加量を β [kg/m³]、高分子系改良剤の添加量を γ [kg/m³]、助剤の添加量を δ [kg/m³] とすると、実際の投入量はそれぞれ $\beta(V_v + V_s)$ [kg]、 $\gamma(V_v + V_s)$ [kg] および δ

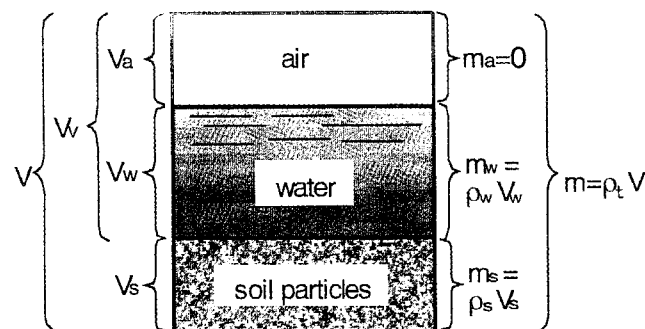


Figure 2 Schematic diagram of initial construction sludge

$(V_v + V_s)$ [kg] となり、それぞれの体積は、次式のように与えられる。

$$V_D = \frac{\beta(V_v + V_s)}{\rho_D} \quad (5)$$

$$V_P = \frac{\gamma(V_v + V_s)}{\rho_P} \quad (6)$$

$$V_L = \frac{\delta(V_v + V_s)}{\rho_L} \quad (7)$$

ただし、 ρ_D [kg/m³]、 ρ_P [kg/m³] および ρ_L [kg/m³] は、それぞれ故紙、高分子系改良剤および助剤の真密度を表す。

セメント系固化材はその質量の h [%]の水と化学的に結合し、故紙には c [%]の水を含んでいると仮定する。また、高分子系改良剤は粉末であるが全て水に溶けてしまうため、その質量は水分と同等に扱い、さらに助剤は液体であるので、これも水分として扱うことにする。含水比 ω [%] は、水分の質量を固形物の質量で除した値として定義されるため、軽量繊維質固化処理土の含水比 ω は次式のように表される。

$$\omega = \frac{m_a + m_w - \frac{h}{100} \alpha(V_v + V_s) + \beta(V_v + V_s) \frac{c}{100} + \gamma(V_v + V_s) + \delta(V_v + V_s)}{m_a + \alpha(V_v + V_s) + \frac{h}{100} \alpha(V_v + V_s) + \beta(V_v + V_s) - \beta(V_v + V_s) \frac{c}{100}} \times 100$$

$$= \frac{\frac{m_a + m_w}{V_v + V_s} - \frac{h\alpha}{100} + \frac{c\beta}{100} + \gamma + \delta}{\frac{m_s}{V_v + V_s} + \left(1 + \frac{h}{100}\right) \alpha + \left(1 - \frac{c}{100}\right) \beta} \times 100 \quad (8)$$

ここで、

$$\frac{V_v}{V_s} = \left(1 + \frac{\omega_0}{100}\right) \frac{\rho_s}{\rho_0} - 1 \quad (9)$$

なる関係を用いると、軽量繊維質固化処理土の理論上の含水比は次式で示される。

$$\omega = \frac{\frac{\omega_0}{100} \rho_0 - \frac{h\alpha}{100} + \frac{c\beta}{100} + \gamma + \delta}{1 + \frac{\omega_0}{100}} \times 100$$

$$= \frac{\rho_0}{1 + \frac{\omega_0}{100}} + \left(1 + \frac{h}{100}\right) \alpha + \left(1 - \frac{c}{100}\right) \beta \quad (10)$$

3.2 密度に関する理論式

セメント系固化剤の水和に伴う収縮はないと仮定すると、セメント系固化剤および故紙等の添加後の全体積および全質量は、各々の体積および質量を足したものに等しくなる。ただし、故紙の体積は攪拌後の体積増加率 k を用いて計算するものとする。汚泥に故紙を混合させる場合、混合体の質量は両者の和になるが、故紙が汚泥中の自由水を吸水するため、混合体の体積は両者の和にはならない。つまり、体積増加率とは故紙を汚泥に混合する際、混合前の故紙の体積の何%が実際に混合体の体

積増加に寄与するかを示す値である。この体積増加率 k を用いると、軽量繊維質固化処理土の密度 ρ [kg/m³] は次式で与えられる。

$$\rho = \frac{\left(1 + \frac{\omega_0}{100}\right) \rho_w}{\frac{\rho_w}{\rho_s} + \frac{\omega_0}{Sr}} + \alpha + \beta + \gamma + \delta \quad (11)$$

$$\rho = \frac{\frac{\alpha}{\rho_c} + k \frac{\beta}{\rho_D} + \frac{\gamma}{\rho_P} + \frac{\delta}{\rho_L}}{1 + \frac{\alpha}{\rho_c} + k \frac{\beta}{\rho_D} + \frac{\gamma}{\rho_P} + \frac{\delta}{\rho_L}}$$

ここに、 ρ_s [kg/m³] および ρ_w [kg/m³] は、それぞれ土粒子の密度および清水の密度を表す。

4. 軽量繊維質固化処理土の含水比および密度に関する実験的考察

4.1 実験試料

上述したモデルの妥当性を検証するために、軽量繊維質固化処理土を作成した後、処理土の含水比および密度を計測し、上述のモデルより計算される値との比較検討を行った。

供試体の作成には、模擬泥水および実際の建設汚泥を使用した。模擬泥水を使用した理由は、固化材による固化の阻害物質である有機物（フミン酸等）によるデータのばらつきを抑えるためである。このため無機の土粒子を使用し、一定の比率で粘土とシルトを混合して作泥したものを使用した。作泥方法は、粘土とシルトを40:60（乾燥質量比）で混合し、それに加水調整して含水比105%および150%の汚泥を作成した。土粒子の密度は2444[kg/m³] である。

なお、実際の建設汚泥へのモデルの適用性について検討するため、実際の建設現場から発生する汚泥も用いた。使用した汚泥は、宮城県栗原郡金成町流域下水道の泥水式推進工法余剰泥水であり、この泥水の土粒子密度は2550[kg/m³] であり、初期含水比は166.1%である。

4.2 供試体作成手順

供試体の作成は、「建設汚泥改良土の利用に関する基礎的研究⁹⁾」に準じた方法を用いた。図-3に供試体作成のフローを示す。

- ①まず初めに、上述したように粘土とシルトを40:60（乾燥質量比）で混合し、加水調整して含水比を調整する。実際の建設汚泥は加水調整せず、そのままの状態を使用する。
- ②含水比を調整した汚泥に故紙破砕物、高分子系改良剤および助剤を加え、攪拌・混合する。故紙破砕物の最適添加量は、前報で示したように含水比に応じて決定され、一般に表-1のような値をとる。本研究では、含水比105%の場合は、50[kg/m³] とし、また含水比150%の場合は65[kg/m³] とした。建設汚泥に対しては、初期含水比が166.1%であるが、土質の影響のため故紙の添加量が50[kg/m³] でも十分団粒化することが確かめられたので、故紙の添加量は50[kg/m³] とした。また前報で高分子系改良剤および助剤の最適添加量は、それぞれ1.0[kg/m³] および7.0[kg/m³] であると報告したが、実際の現場での処理では攪拌ムラが避けられないので、2割ほど高めに設定する方がよい。そこで、今回は現場適用性を考え、高分子系改良剤および助剤の添加量を、それ

Table 1 Relationship between water content and addition rate of paper debris

Initial Water Content ω_0 [%]	Addition Rate of Paper Debris β [kg/m ³]
100	50
200	70
300	80
400	85
500	90

ぞれ1.2[kg/m³] および8.4[kg/m³] とした。

- ③次にセメント系固化材を加え、混合する。模擬汚泥の場合、固化材の添加量は含水比に応じて4通りに変化させた。建設汚泥に対しては、高い固化材添加量へのモデルの適用性について検討するため、100, 200および300[kg/m³] の3通りに設定した。
- ④建設汚泥リサイクル指針¹⁰⁾では、「各種試験を行う場合、一旦ときほぐした処理土を再度締め固めて供試体を生成し、試験を行う」としている。ときほぐしを行うためには、ある程度の強度発現が必要であるため、初期養生として、上述の処理土を容器に入れて密封し、20±3°Cで3日間静置する。
- ⑤初期養生後、処理土をときほぐし、その後、供試体を作成する。供試体作成には、直径5cm、高さ10cmの標準的なモールド（供試体作製容器）を使用した。
- ⑥供試体から水分が蒸発しないようにモールドを密封材で被覆し、20±3°Cで7日間養生する。

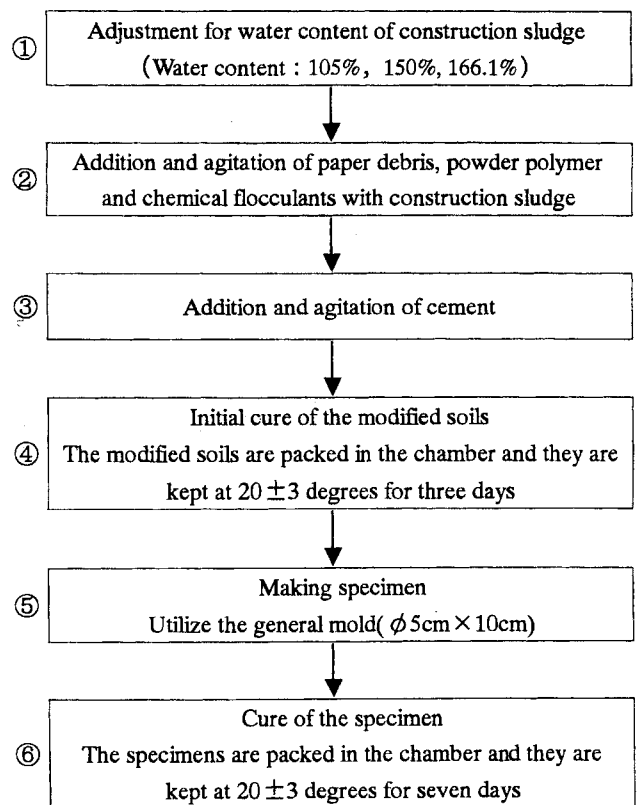


Figure 3 Flowchart of making specimen of fiber-cement stabilized mud

4.3 実験値と計算値との比較検討

供試体作成後、供試体の含水比および密度を計測した。密度は供試体の体積および質量を計測することにより算出した。また含水比は、供試体をときほぐし、水分を蒸発させて固形物を乾燥させ、乾燥後の固形物の質量を計測することにより算出した。

初めに、模擬泥水に対する結果を示す。図-4は模擬泥水を用いて生成した軽量繊維質固化処理土の含水比の実験値と計算値の比較を示したものである。図中の点は実験値を示し、実線は計算値を示す。ただし、計算の際に使用したセメント系固化材、故紙、高分子改良材および助剤の密度は表-2に示す通りである。またセメント系固化材が水と化学的に結合する割合 $h[\%]$ は、「海上工事における深層混合処理工法技術マニュアル¹³⁾」を参考に25%と仮定し、また故紙に含まれる水分量 C は10%として計算した。図に示すように、実験値と計算値とはほぼ一致していることが分かる。またセメント系固化材の添加量を増加させるにつれ、水との化学的結合の割合が増加し、処理土の含水比は徐々に減少することが分かる。なお、実験値は同じ条件で供試体を3本作成し、その平均値を示す。

密度に対する実験値と計算値との比較検討であるが、(11)式より処理土の密度を計算する際、故紙の体積増加率 k の値

Table 2 Density of several additional materials

Material	Density [kg/m ³]
Paper Debris	700
Cement	3150
Powder Polymer	1450
Chemical Flocculants	1210

を知る必要がある。この値は実験的に検討した。すなわち、80 ml の汚泥に故紙を添加し、理論的な増加量（添加した故紙の質量を故紙の真密度で除すことにより算出）に対する実際の増加量を求め、体積増加率 k を算出した。その結果を表-3に示す。データにばらつきが見られるが、平均値として0.51が得られたので、体積増加率 k の値は0.51とした。この値を用いて密度を計算した結果と実験値との比較を図-5に示す。図に示すように両者はほぼ一致しており、またセメント系固化材の添加量が同じ場合、含水比が大きくなるほど最終的に出来上がる軽量繊維質固化処理土の密度が小さくなることが分かる。なお、表-3に示されている体積増加率 k のばらつきが密度の値に及ぼす影響は2%程度であった。

次に、実際の建設汚泥を用いて生成した軽量繊維質固化処理土に対する結果を示す。図-6に含水比の実験値と計算値の比

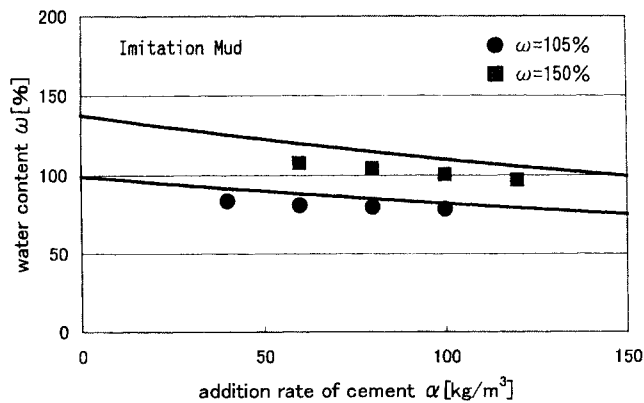


Figure 4 Comparison between experimental results and calculated ones for water content (Imitation Mud)

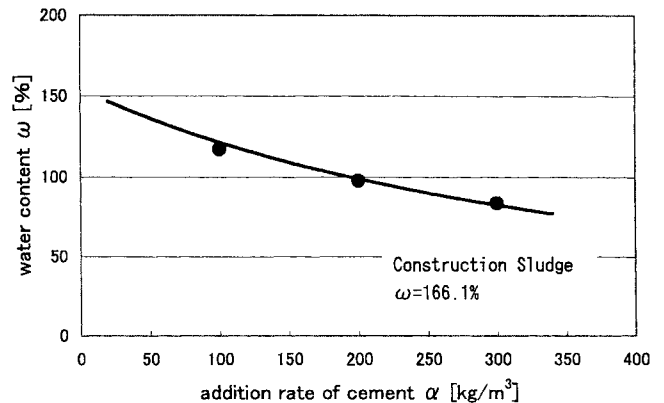


Figure 6 Comparison between experimental results and calculated ones for water content of fiber-cement stabilized mud (Construction Sludge)

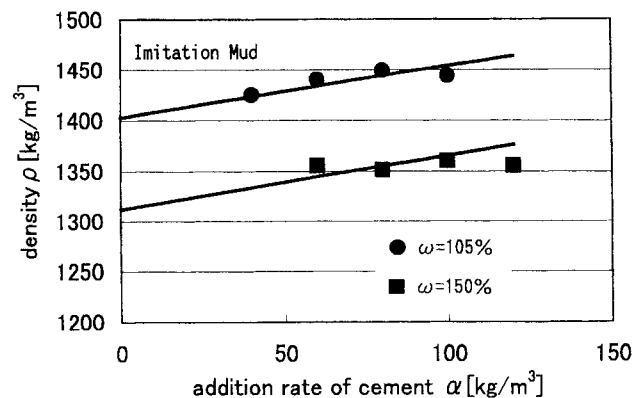


Figure 5 Comparison between experimental results and calculated ones for density of fiber-cement stabilized mud (Imitation Mud)

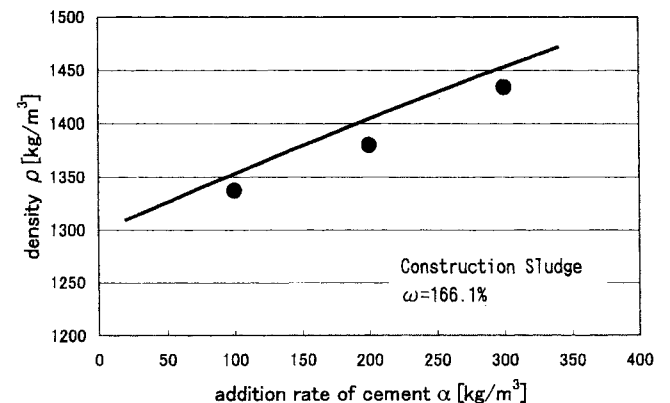


Figure 7 Comparison between experimental results and calculated ones for density of fiber-cement stabilized mud (Construction Sludge)

Table 3 Experimental results for rate of increased volume of paper debris

Addition Rate of Paper Debris β [kg/m ²]	Theoretical Increased Volume A [ml]	Run No.	Actual Increased Volume B [ml]	Rate of Increase B/A [-]
50	5.714	1	3.0	0.525
		2	2.0	0.350
60	6.857	1	3.0	0.437
		2	3.0	0.438
70	8.0	1	5.0	0.625
		2	4.0	0.5
80	9.143	1	6.0	0.656
		2	5.0	0.547
Average				0.51

較を、また図-7に密度の実験値と計算値の比較を示す。建設汚泥の場合、セメント系固化材の添加量を100, 200, 300 [kg/m³] の3通りに設定し、添加量が大きく、従って強度の高い処理土を生成したが、図に示すように含水比および密度ともに実験値と計算値とはほぼ一致しており、本研究で提案したモデルは、実際の建設汚泥に対しても適用可能であると推察される。

図-4ないし図-7に示されるように、本研究で提案した計算式により軽量繊維質固化処理土の含水比および密度をほぼ推定することが可能となった。また前報で、繊維質固化処理土の一軸圧縮強度とセメント系固化材との関係を示した。従って、実際の工事現場で軽量繊維質固化処理土を使用する場合、必要とされる強度および密度が決まれば、セメント系固化材の必要添加量を推定し、かつ初期汚泥の含水比を調整することにより、目的とする強度および密度を有する軽量繊維質固化処理土を生成できる可能性が示された。ただし、供試体の生成にかなりの長時間を有することから、本実験で示されたデータ量は十分とは言いきれず、また実際の建設汚泥を用いた供試体も1種類でしかないため、統計的な考察をするまでには至っていない。今後は、種々の汚泥のサンプリングを行い、本モデルの検証を進めていきたいと考えている。

5. むすび

著者らは既に建設汚泥リサイクル率の向上および循環型社会の構築を目指して、故紙と高分子系固化材を用いた繊維質固化処理土工法を既に提案したが、生成される処理土は破壊ひずみが大きく粘り強い土砂であるばかりでなく、通常土よりも軽い、いわゆる「軽量盛土材」としての利用価値がある。軽量盛土材を使用する実際の工事現場では、工事に必要とする性能（強度および密度）が軽量盛土材に要求される。従って、建設現場から発生する建設汚泥を用いて軽量繊維質固化処理土を生成するためには、生成される処理土の強度および密度を推定する必要

があり、場合によっては要求される性能（強度および密度）を満足させるために、処理を施す前に含水比を調整する必要が生じてくる。また処理土を植生土壌として使用するためには、処理土の含水比を推定することも重要である。

そこで、本研究では軽量繊維質固化処理土の含水比および密度を推定するモデルを提案し、実験値と計算値との比較検討を行うことにより、モデルの妥当性を検証した。その結果、両者はほぼ一致することが確かめられ、本モデルを用いることにより、実際の現場で要求される性能を有する軽量盛土材を生成することができる可能性を示し得た。今後は、種々の汚泥をサンプリングして供試体の作成を行い、含水比および密度のデータ収集を行うとともに、モデルの検証を進め、軽量繊維質固化処理土の生成・活用システムの構築に寄与したいと考えている。

なお、本研究は財団法人港湾空港建設技術サービスセンター研究助成金によったことを付記し、謝意を表する。

参考文献

- 1) 白井俊夫：建設リサイクルの取り組み状況，ベース設計資料，pp. 59-61 (2002)，建設工業調査会。
- 2) (財) 先端建設技術センター編：建設汚泥リサイクル指針，pp. 164-165 (1999)，(株) 大成出版社。
- 3) 村田 修：流動化処理土工法，土木学会誌，87[4]，pp. 25-28 (2002)。
- 4) 福島伸二ら：固化処理した池底泥土の盛土材への適用性の研究，土木学会論文集，No. 666/III-53，pp. 99-116 (2000)。
- 5) 三浦重義，川西順次，金光真作：吸水性樹脂による軟弱地盤土改良システム，京都大学環境衛生工学研究会第10回シンポジウム講演論文集，pp. 295-298 (1988)。
- 6) 森 雅人，高橋 弘，逢坂昭治，堀井清之，片岡 勲，石井知征，小谷 謙二：故紙破砕物と高分子系改良剤を用いた新しい高含水比泥土リサイクル工法の提案と繊維質固化処理土の強度特性，資源・素材学会誌，119[4-5]，pp. 155-160 (2003)。
- 7) 建設省：建設発生土利用のための開発工法概要，pp. 1-14 (1995)。
- 8) 金成英夫，森 雅人，脇本広美，山崎 淳：高含水比泥土のセルロース系廃棄物による固形化と再利用，第38回下水道研究発表会講演集，pp. 254-256 (2001)。
- 9) 小川伸吉，飽本一己，関 眞一，吉成寿男：建設汚泥改良土の利用に関する基礎的研究（その1）—各種固化材による強度特性の違い—，第30回土質工学会研究発表会講演要旨集，pp. 2221-2222 (1995)。
- 10) 前出 2). p. 41.
- 11) (財) 沿岸開発技術研究センター：海上工事における深層混合処理工法技術マニュアル，pp. 129-130 (1999)。